

试验研究

硅藻土深度处理煤矿生活污水实验研究

孙彦良¹, 吴雪茜², 董军¹, 郑彭生², 李文学¹, 徐细波²,
李昌杰¹, 孙宁湖¹, 倪丽莉¹

(1. 兖州煤业股份有限公司, 山东 邹城 273500;

2. 煤科集团杭州环保研究院有限公司, 浙江 杭州 311201)

摘要:采用硅藻土对煤矿生活污水氧化沟出水进行混凝搅拌实验, 考察了硅藻土投加量、搅拌时间、搅拌速度对总氮(TN)、总磷(TP)和悬浮物(SS)去除效果的影响。结果表明, 在投加量 80 mg/L、搅拌速度 80 r/min、搅拌时间 20 min 的条件下, 水样沉淀后上清液 TN、TP 和 SS 浓度分别为 13.23 mg/L、0.47 mg/L 和 1.92 mg/L, 达到 GB18918-2002 一级 A 标准, TN、TP 和 SS 去除率分别为 27%、83% 和 88%。

关键词:硅藻土; 煤矿生活污水; 总氮; 总磷; 混凝搅拌

中图分类号: X703

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2018)02-0007-03

EXPERIMENTAL STUDY ON THE DEEP TREATMENT OF COAL MINE DOMESTIC SEWAGE WITH DIATOMITE

SUN Yan-liang¹, WU Xue-qian², DONG Jun¹, ZHENG Peng-sheng², LI Wen-xue¹,
XU Xi-bo², LI Chang-jie¹, SUN Ning-hu¹, NI Li-li¹

(1. Yanzhou Coal Mining Company Limited, Zoucheng 273500, China;

2. Hangzhou Environmental Protection Research Institute of China Coal Technology
& Engineering Group, Hangzhou 311201, China)

Abstract: Coagulation and agitation experiments were carried out for treating the oxidation ditch effluent of a coal mine domestic sewage treatment plant with diatomite. The influences of diatomite dosage, stirring time and stirring speed on the removal of TN, TP and SS were studied. The results showed that under the conditions of stirring time 20min, stirring speed 80r/min and diatomite dosage 80mg/L, the concentrations of TN, TP and SS in supernatant were 13.23mg/L, 0.47mg/L and 1.92mg/L, respectively, which reached the national 1-A standard of GB18918-2002. The removal rates of TN, TP and SS were 27%, 83% and 88%, respectively..

Key words: Diatomite; Coal mine domestic sewage; Total nitrogen; Total phosphorus; Coagulation and agitation.

近年来, 随着国家对水体富营养化防治要求的提高, 越来越多的煤矿生活污水处理厂被要求执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中的一级 A 标准或更严厉的地方排放标准。目前国内的煤矿生活污水处理厂一

般以氧化沟、生物接触氧化池、A/O 等生物处理工艺为主体^[1], 受碳源及环境因素的限制, 这些主流生物处理工艺去除 TP、TN、SS 效果有限。硅藻土是由硅藻及其它微生物的硅质遗骸组成的生物硅质岩^[2], 成分为无定形二氧化硅(SiO₂·nH₂O)与少量硅氧化物、氧化铝^[3], 中国探明硅藻土储量居世界第二^[4], 具有性能稳定、耐酸、孔容孔径大、比表面

积大、吸附性强、无二次污染等特点,已在工业废水和生活污水处理领域用作吸附剂、载体制备、污泥脱水剂等^[5-12],具有广阔发展前景^[13]。

为充分考察硅藻土用于煤矿生活污水深度处理的可行性,研究开发经济、实用的煤矿生活污水深度处理技术,采用硅藻土对煤矿生活污水处理厂氧化沟出水进行了混凝搅拌实验,研究了硅藻土投加量、搅拌时间、搅拌速度等因素对煤矿生活污水中TN、TP、SS去除效果的影响。

1 实验材料与方法

1.1 实验材料

实验水样取自某煤矿生活污水处理厂氧化沟出水,水样水质及 GB18918-2002 一级 A 标准见表 1。对照水质参数与 GB18918-2002 一级 A 标准发现,氧化沟出水 COD、 NH_4^+N 排放浓度达到 GB18918-2002 一级 A 标准,但 TN、TP、SS 均未达标。因此,为了稳定出水水质达标排放和回用,需要进行有效的深度处理。

实验用硅藻土产地为云南腾冲,表观密度为 $0.4 \text{ g/cm}^3 \sim 0.5 \text{ g/cm}^3$,粒度为 160 目,化学成分主要为: SiO_2 约 87%, Al_2O_3 约 6%, Fe_2O_3 约 1%,其余为 CaO、MgO 及一些有机物。

表 1 实验用水水质与 GB18918-2002 一级 A 标准(mg/L)

水质参数	COD	NH_4^+N	TN	TP	SS
氧化沟出水	46	4.1	18.1	2.8	16.4
一级 A 标准	50	5	15	0.5	10

1.2 实验方法

实验采用深圳中润 ZR4-6 六联混凝搅拌仪,将水样加入容量为 1 L 的烧杯中,加入一定量硅藻土,以 200 r/min 快速搅拌 1 min 后进行 20 r/min~100 r/min 搅拌,沉淀一定时间后取上清液进行取样分析。

TN 测定采用碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法,TP 测定采用钼酸铵分光光度法,SS 测定采用重量法。

2 结果与讨论

2.1 硅藻土投加量对去除效果的影响

在搅拌速度 60 r/min, 搅拌时间 20 min 的条件下,硅藻土投加量对 TN、TP、SS 去除效果的影响如图 1、图 2 所示。TN 去除效果在硅藻土投加量为 120 mg/L 时最佳,上清液 TN 浓度为 12.06

mg/L, TN 去除率为 33%; TP 去除效果在硅藻土投加量为 100 mg/L 时最佳,上清液 TP 浓度为 0.42 mg/L, TP 去除率为 85%; SS 去除率在硅藻土投加量为 80 mg/L 去除效果最佳,上清液 SS 浓度为 2.51 mg/L, SS 去除率为 85%。根据硅藻土投加量对 TN、TP、SS 的整体去除效果,同时考虑药剂成本,硅藻土最佳投加量为 80 mg/L,此时上清液 TN、TP、SS 浓度分别为 14.32 mg/L、0.48 mg/L、2.51 mg/L,去除率分别为 21%、83%和 85%,均达到 GB18918-2002 一级 A 标准。

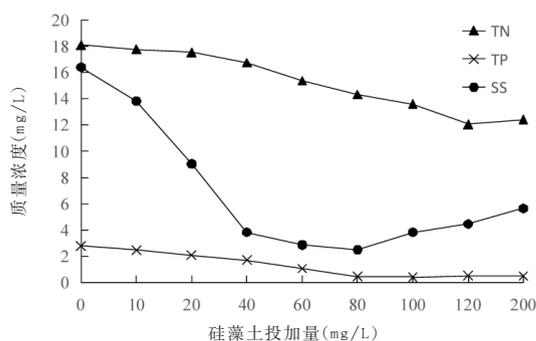


图 1 硅藻土投加量对去除效果的影响

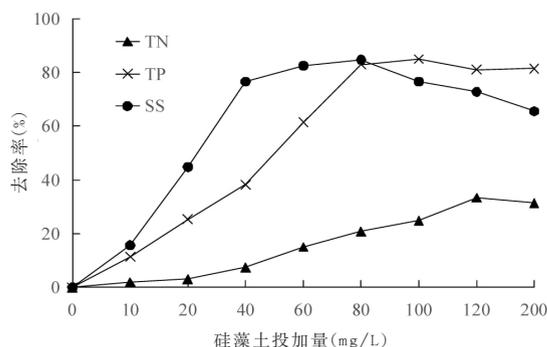


图 2 硅藻土投加量对去除率的影响

2.2 搅拌时间对去除效果的影响

在硅藻土投加量 80 mg/L, 搅拌速度 60 r/min 的条件下, 搅拌时间对 TN、TP、SS 去除效果的影响如图 3 图 4 所示。在搅拌时间 20 min 时, TN 浓度为 14.32 mg/L, 达到 GB18918-2002 一级 A 标准, 搅拌时间为 40 min 时, 去除效果达到最佳, 上清液 TN 浓度为 12.15 mg/L, TN 去除率为 33%。在搅拌时间 30 min 时, TP 去除效果最佳, 上清液 TP 浓度为 0.35 mg/L, TP 去除率为 87%, 继续延长搅拌时间, TP 去除率下降, 搅拌时间 40 min 时 TP 去除率下降至 83%; 搅拌时间 20 min 时 SS 去除效果最佳, 上清液 SS 浓度为 2.51 mg/L, SS 去除率为 85%, 继续延长搅拌时间导致 SS 去除率下降,

搅拌时间 40 min 时 SS 去除率较搅拌时间 20 min 时下降了 3 %。综合考虑,在搅拌时间为 20 min 时,上清液 TN、TP、SS 浓度分别为 14.32 mg/L、0.48 mg/L、2.51 mg/L,均已达到 GB18918-2002 一级 A 标准,无需继续延长搅拌时间,故本实验条件下最优搅拌时间为 20 min。

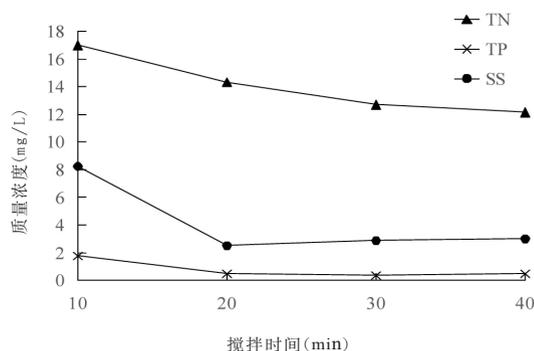


图 3 搅拌时间对去除效果的影响

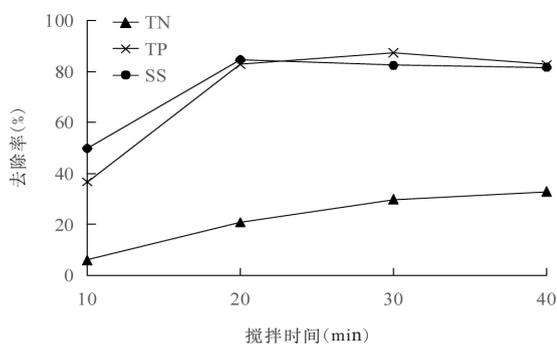


图 4 搅拌时间对去除率的影响

2.3 搅拌速度对去除效果的影响

在硅藻土投加量 80 mg/L, 搅拌时间 20 min 的条件下, 搅拌速度对 TN、TP、SS 去除效果的影响如图 5 图 6 所示。搅拌速度可影响硅藻土絮体的大小与易沉淀程度, 在搅拌速度为 20 r/min~80 r/min 范围内, 随着搅拌速度的提高, 硅藻土对 TN、TP、SS 的去除率逐渐增大, 在搅拌速度 80 r/min 时达到最大值, TN、TP、SS 去除率分别为 27 %、73 % 和 88 %, 此时上清液 TN、TP、SS 浓度分别 13.23 mg/L、0.47 mg/L 和 1.92 mg/L。继续提高搅拌速度, TN、TP、SS 去除率曲线呈现下降趋势, 当搅拌速度增加至 100 r/min, TN、TP、SS 去除率较搅拌速度 80 r/min 时分别下降了 3 %、8 % 和 5 %。分析其原因, 搅拌速度小于 80 r/min 时, 硅藻土在水中分布不均匀, 无法与胶体或 SS 颗粒充分接触, 使压缩双电层和电中和作用降低, 不利于后

续絮凝反应中絮体的形成, 降低了硅藻土的捕集效果, 导致对水样中污染物去除效果不理想; 而搅拌速度高于 80 r/min 时, 会使即将沉淀的大胶体或微粒絮凝体搅碎, 变成难以沉降的小絮体, 造成絮凝效果的降低^[14-16]。

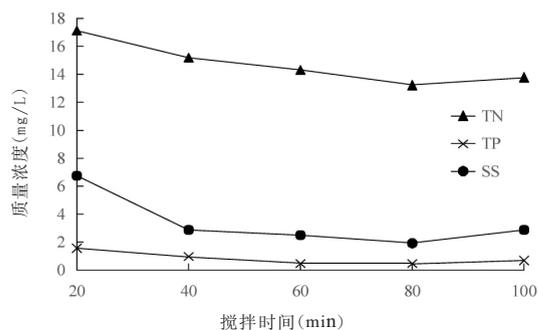


图 5 搅拌速度对去除效果的影响

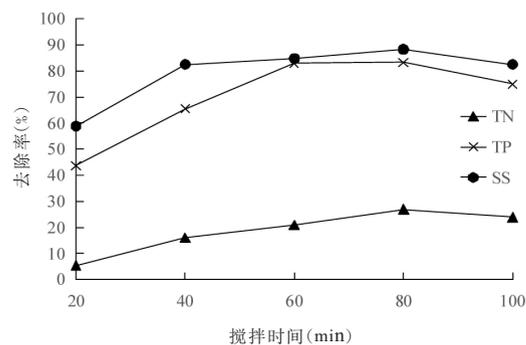


图 6 搅拌速度对去除率的影响

3 结论

硅藻土深度处理煤矿生活污水实验结果表明, 将硅藻土作为煤矿生活污水深度处理单元的混凝剂, 可在现有生物处理工艺的基础上对出水水质进行优化, 强化对总氮、总磷、SS 的去除效果。

在本实验条件下, 硅藻土最优投加量为 80 mg/L, 最优搅拌时间为 20 min, 最优搅拌速度为 80 r/min, 在最优操作条件下, 上清液 TN、TP、SS 浓度分别为 14.32 mg/L、0.48 mg/L、2.51 mg/L, 去除率分别为 21 %、83 % 和 85 %, 上清液水质达到 GB18918-2002 一级 A 标准。

参考文献

[1] 谷松, 高杰. 淮南矿区煤矿生活污水处理技术探讨 [J]. 能源环境保护, 2016, 30(6):37-40.

[2] Akin S, Schembre J M, Bhat S K, et al. Spontaneous imbibition

(下转第 15 页)

要求。

2.1.2 清灰运行

声波清灰的方式可分为人工操作和 PLC 自动控制(定时与定阻)两种。系统正常运行时,声波清灰切入自动清灰模式,根据设定值自动及时的清灰;当切换装置或者停运检修时采取人工操作清灰,以保障工程系统的稳定、连续、高效运行。

2.2 运行结果

该列管式换热装置于 2016 年 6 月 8 日正式投入运行,在高温、高尘环境下正常稳定、连续运行近 2 年时间,投运后各项指标均达到了设计要求,其运行结果如下图 3、4 所示。烟气出口温度随着水量(冷却水 $\leq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$)的增大而减小,但随着烟气的量的增大而增大。

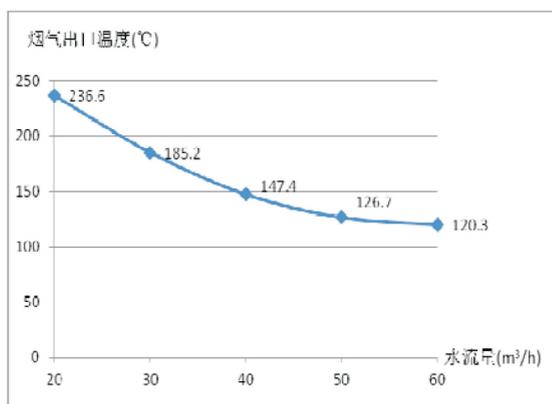


图 3 烟气出口温度与冷却水关系
(进口烟气温度 460 °C, 烟气流 5 000 m³/h)

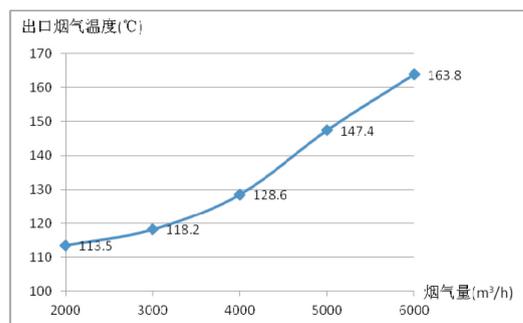


图 4 烟气流与出口烟气温度关系
(进口烟气温度 460 °C, 水流量 40 m³/h)

3 结论

综上所述,该列管式换热装置适用于高温、高尘环境下的换热降温,特别对换热装置清灰防垢问题有根本性的改变,保证了降温效果,使设备运行状态良好、稳定,提高了后续的布袋除尘的可靠性。整套系统装置紧凑^[4],建设、安装方便,操作、控制简单,运行可靠,经济适用,在高温、高尘等复杂不利环境下换热降温方面具有很好的推广应用价值。

参考文献

- [1]徐笑难,马青兰,周侣艳.中小型燃煤锅炉烟气的除尘脱硫.上海环境科学,1996,15(10):22
- [2]矫明,徐宏,等.新型高效换热器发展现状及研究方向[J],化工装备技术,2007,33(3):41-46
- [3]刘明.新型换热器技术发展及其应用[J].山西能源与节能,2004,33(3):31-33
- [4]何世权,姜飞,等.紧凑型换热器技术进展及应用[J],石油化工设备,2004,30(5):48-50

(上接第 9 页)

characteristics of diatomite[J]. Journal of Petroleum Science & Engineering, 2000, 25(3-4):149-165.

[3] Hu R, Wang X, Dai S, et al. Application of graphitic carbon nitride for the removal of Pb (II) and aniline from aqueous solutions[J]. Chemical Engineering Journal, 2015, 260(3):469-477.

[4] 袁巍巍. 硅藻土基多孔矿物复合材料制备及其对有机污染物的吸附/催化性研究[D]. 中国科学院大学, 2016.

[5] Al-Degs Y, Khraisheh M A, Tutunji M F. Sorption of lead ions on diatomite and manganese oxides modified diatomite[J]. Water Research, 2001, 35(15):3724-8.

[6] 李澜,谷晋川,张德航,等.壳聚糖与硅藻土调理市政污泥[J].土木建筑与环境工程,2017,39(01):140-146.

[7] 范艺,王哲,赵连勤,等.锆改性硅藻土吸附水中磷的研究[J].环境科学,2017,38(4):1490-1496.

[8] 龚真萍.壳聚糖改性硅藻土对酸性染料废水的处理效果[J].毛

纺科技,2016,44(09):31-35.

[9] 尚尉,钱学仁,孟晓敏,等.聚丙烯酰胺改性硅藻土在废水处理中的应用研究[J].硅酸盐通报,2016,35(4):1245-1248.

[10] 施云芬,魏冬雪,奚海军,等.基于硅藻土悬浮填料制备及其对有机废水吸附研究[J].硅酸盐通报,2015,34(2):481-486.

[11] 马丽丽,解庆林,陈南春,等.碳酸钙改性硅藻土处理电解锌漂洗废水实验研究[J].环境工程,2017,35(7):49-53.

[12] 马丽丽,解庆林,陈南春,等.锰氧化物改性硅藻土对水中 Cd ()的吸附性能研究[J].环境工程,2017,35(6):59-64.

[13] 郑水林,孙志明,胡志波,等.中国硅藻土资源及加工利用现状与发展趋势[J].地学前缘,2014,21(5):274-280.

[14] 郭中权,王守龙,朱留生.煤矿矿井水处理利用实用技术[J].煤炭科学技术,2008(7):3-5.

[15] 向斯,邓敬轩,赵以军,等.皮革废水处理中絮凝沉降工艺的改进与应用[J].环境工程学报,2016,10(9):4951-4955.

[16] 吴蕾,陈云峰.改性硅藻土用于巢湖水脱磷研究[J].环境工程学报,2011,05(4):777-782.